

## 公告本

92 年 10 月 30 日

修正

申請日期: 91.9.2	IPC分類
申請案號: 91120000	H01L 21/66

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

574743

一、 發明名稱	中文	應用於半導體產品生產之植入式可靠度分析系統
	英文	Building-In-Reliability Diagnosis System for Semiconductor Manufacturing
二、 發明人 (共3人)	姓名 (中文)	1. 簡維廷 2. 余菁蓉 3. 陳勝福
	姓名 (英文)	1. Wei-Ting Kary C 2. Jennifer Ching-Jung Yu 3. Benjamin Chen
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 ROC 2. 中華民國 ROC 3. 中華民國 ROC
	住居所 (中文)	1. 桃園縣蘆竹鄉吉林路101之1號9樓 2. 高雄縣鳳山市南江街133巷2號 3. 高雄市前鎮區天倫街88號
	住居所 (英文)	1. 2. 3.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 中芯國際集成電路製造(上海)有限公司
	名稱或 姓名 (英文)	1. Semiconductor Manufacturing International(Shang Hai) Corp.
	國籍 (中英文)	1. 中國 CN
	住居所 (營業所) (中文)	1. 中國上海市浦東新區張江路18號 (本地址與前向貴局申請者不同)
	住居所 (營業所) (英文)	1.
	代表人 (中文)	1. 王陽元
	代表人 (英文)	1. Yang-Yuan Wang



2003.10.30.001

574743

案號 91120000

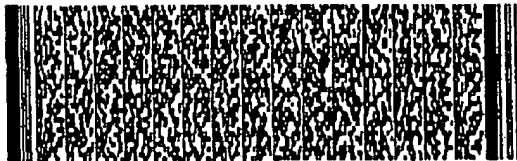
年 月 日 修正

## 四、中文發明摘要 (發明名稱：應用於半導體產品生產之植入式可靠度分析系統)

應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產，特別是晶圓層級之可靠度分析。主要特徵是應用可靠度分析系統與相關概念，整合產品發展、製程、測試中所有機台、所有流程與各批晶圓之可靠度訊息於一資料庫，並將所有資料分門別類。如此，每當任一機台、任一流程或任一批晶圓有任何變化，便可以立刻藉由與資料庫對比判斷可能的缺失與解決之道。此外，藉由整合所有的資料(包括良率與可靠度訊息)，便可判斷對任一機台、任一流程或任一晶圓的任何變化，對最終產品之可靠度的變化。進而有助於評估新製程技術研究的發展，亦即將先前與目前發展的技術做一比較並建立關係，以用於新產品壽命估計、提出相關可靠度問題及以往的解決方案。

## 六、英文發明摘要 (發明名稱：Building-In-Reliability Diagnosis System for Semiconductor Manufacturing)

The contribution of this patent application is to apply the building-in-reliability diagnosis system (BIRDS) in semiconductor manufacturing and reliability enhancement, especially on the wafer-level reliability (WLR). By using the prior knowledge on former technologies and records, a database is built to comprise all data from each machine, each process, each lot, and each wafer



574743

案號 91120000

年 月 日

修正

四、中文發明摘要 (發明名稱：應用於半導體產品生產之植入式可靠度分析系統)

六、英文發明摘要 (發明名稱：Building-In-Reliability Diagnosis System for Semiconductor Manufacturing)

and to properly categorize all data. Hence, when any variation appears, the possible defect and solution would be available by referring the system. Besides, by unifying all data (including yield and reliability), the causes of variations on reliability are traceable and, thus, controllable. The BIRDS also provides information for new technology development and can predict



574743

案號 91120000

年 月 日

修正

四、中文發明摘要 (發明名稱：應用於半導體產品生產之植入式可靠度分析系統)

六、英文發明摘要 (發明名稱：Building-In-Reliability Diagnosis System for Semiconductor Manufacturing)

lifetime of various reliability tests of advanced processes/ technologies, give related reliability issues and the current solutions.



574743

案號 91120000

年 月 日

修正

## 一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。

574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 五、發明說明 (1)

## 【發明領域】

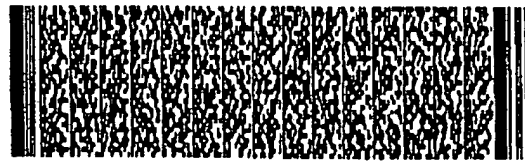
本發明係有關於應用植入式可靠度分析系統 (building-in-reliability diagnosis system, BIRDS) 於半導體產品生產，特別是應用植入式可靠度分析系統於晶圓層級 (wafer-level) 之可靠度分析。

## 【發明背景】

習知技術中，大多是在晶圓完工、晶粒 (chip) 切割與個別晶粒封裝完成後，才進行的半導體元件的可靠度分析與品管測試。一般稱此為封裝層級可靠度 (package-level reliability, PLR) 之測試分析。而由於封裝層級可靠度分析已廣泛地被使用，不只相關的技術與產品已成熟，測試所得資料與分析所得結果也已有足夠的公信力。

但是封裝層級可靠度分析有一個無法避免的缺失：相關的測試步驟相當的花時間，動輒數月之久。因此，隨著半導體產品的商品生命期快速縮短，封裝層級可靠度分析的使用便面對兩難的困境：若耗時數月進行封裝層級可靠度分析來確定某產品的可靠度，此產品往往已錯失市場時機；若不作完整的封裝層級可靠度分析便讓某產品上市以爭取時效，又不能確定此產品之可靠度。

同時，隨著半導體產品的日益複雜，封裝層級可靠度分析所需要進行的步驟、所需要使用的機台與所需要測試樣品的數目都大幅增加。由於習知技術中，雖然個別步驟、個別機台與個別樣品都有專人負責，將此步驟/機台/樣



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 五、發明說明 (2)

品的品管與可靠度極佳化，但並沒有統合所有部門(步驟/機台/樣品)之品管與可靠度。因此，封裝層級可靠度分析之可靠度往往不能極佳化(因為不同部門之間可能會相互抵消)，而且不同個體也不能分享彼此的經驗與資訊。

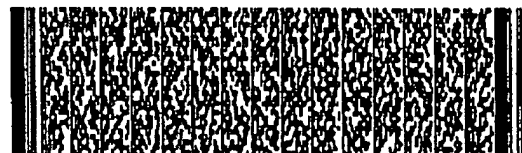
近年來，針對封裝層級可靠度分析耗時過久的缺失，諸如德州儀器等公司已逐漸發展出測試速度快得多的晶圓層級(wafer-level)可靠度分析。藉由在晶圓上各晶粒製程中或形成好後便進行可靠度測試，待測試(如晶圓針測, CP)通過驗證後才進行切割封裝的作法，可以大幅度減少可靠度測試所需要的時間。當然，晶圓層級可靠度分析與封裝層級可靠度分析二者的步驟有所不同。

但是，習知之晶圓層級可靠度分析的實際應用，仍會遭遇下列二個缺失：第一、習知晶圓層級可靠度分析也無法有效整合各步驟/機台/樣品的品管與可靠度，因此往往不能將整體品管與可靠度最佳化；第二、某些晶圓層級可靠度分析缺乏實驗數據與理論根據，來證明其與封裝層級可靠度分析是等效。

綜上所述，與半導體製程之品管與可靠度有關的習知技術，都有尚待解決之不可忽略的缺失。

## 【發明目的及概述】

本發明一主要目的是提供可以有效整合各步驟/機台/樣品的良率與可靠度，進而將整體品管與可靠度最佳化的方法。



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 五、發明說明 (3)

本發明另一主要目的是提供數據可以證明晶圓層級可靠度分析以及封裝層級可靠度分析二者是否等效與相對應關係的方法。

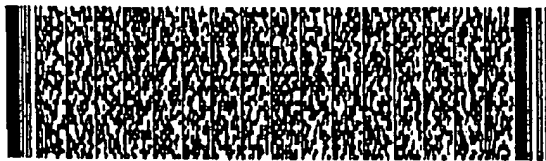
本發明的基本特徵是應用近年才被提出的植入式可靠度分析，來整合各個層級可靠度分析。特別是應用建立在各種可靠度分析測試資料的資料庫(database)與分析工具，來有效發揮各種層級之可靠度分析。由於植入式可靠度分析系統是已知技術，在此將不多介紹，相關的細節至少可參閱：W.K.T. Kary Chien & Charles H.J. Huang, "Practical Building-In Reliability (BIR) Approaches for Semiconductor Manufacturing", IEEE Transactions on Reliability, vol. 51, no 3, September 2002.

本發明之應用，至少還可具有下列幾個特徵：

(1) 利用BIRDS，可以掌握任何參數與最終結果的關係，不論這個參數是最終測量/最終產品的參數，或是中間測量/中間產品的參數。因此，藉由參考BIRDS，可以在產品設計階段便有效評估各個細節與對最終產品可靠度/品質的影響，而不用等到產品形成後才進行可靠度的測量與修正。

(2) 任何與可靠度有關的問題，都可以透過BIRDS回溯既往資料，依照經驗並透過推理引擎而有效地找到根本原因。

(3) 由於BIRDS是一個整合性的系統，可以建立現有技



574743

案號 91120000

年 月 日

修正

## 五、發明說明(4)

術下包含所有與可靠度有關項目的資料庫。對新技術開發、製程最佳化、製程監控、可靠度監控與良率改善，都可以提供重要的參考依據。

## 【發明詳細說明】

首先，第一A圖與第一B圖顯示習知技術的一大基本特徵：只有在各機器11與各步驟12分別進行可靠度(或品管)的測量並獲得相關資訊13，但不同機器11與不同步驟12並沒有分享彼此的資訊13，而且不同機台間也有交互作用，這些常被忽略，但這些資料並無有目的性的被記錄，只是零散地存在不同的系統。

相對地，第一C圖與第一D圖顯示本發明的一大基本特徵：將所有個別的資訊13即時地整合成一個資料庫14，並使用習知之植入式可靠度分析15，配合電腦化工具與統計等方式，獲得整體的可靠度分析結果，並回饋至各機器11與各步驟12的進行。如此作，本發明不只可以在各步驟12與各機器11運作前，便考量可能影響可靠度的因素而進行調整；可以在各步驟12與各機器11運行中，便即時根據測量數據與資料庫14的對比預判結果的可靠度與進行修正；更可以整合各機器11與各步驟12個別調整，以追求最終產品或整條生產線之最佳化可靠度。

根據上述之基本概念，本發明一較佳實施例為一種應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法。如第二圖所示，至少包含下列基本步驟：



574743

案號 91120000

年 月 日

修正

## 五、發明說明 (5)

如第一背景方塊21所示，準備多數個機器與多數個晶圓。在此任一機器是用來對至少一晶圓進行至少一可靠度分析程序，而任一晶圓至少被一機器所處理。

如第二背景方塊22所示，準備一植入式可靠度分析系統。此植入式可靠度分析系統至少包含資料庫(Database)、評估總成(Assessment assembly)、基線總成(Baseline assembly)、控制總成(Control assembly)與發展總成(Development assembly)、搜尋總成(Search assembly)、查詢總成(Query assembly)，與分析總成(Analysis assembly)。

如調整方塊23所示，參考植入式可靠度分析系統，調整這些機器與這些可靠度分析程序的參數。

如可靠度測量方塊24所示，使用這些機器對這些晶圓進行這些可靠度分析程序，並同時記錄任一可靠度分析程序、任一機器與任一晶圓之多數個資訊。在此，這些資訊除了至少包含任一可靠度分析程序之運作參數、任一機器之工作參數以及任一晶圓之測量結果，更包含了可靠度分析程序所發現或發生的問題，以及解決問題的方式。

如回饋方塊25所示，分析並整合這些資訊至植入式可靠度分析系統，藉以獲得半導體產品之產品可靠度與半導體產品製造過程之製程可靠度，並更新植入式可靠度分析系統。

在此，必須強調的是本實施例並沒有限定所使用可靠度分析程序的細節，本實施例可以應用在傳統之封裝層級



574743

案號 91120000

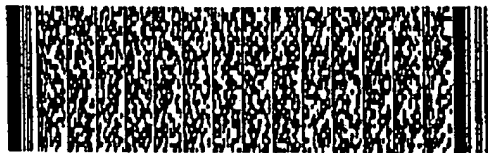
年 月 日 修正

## 五、發明說明 (6)

可靠度分析程序或是新進產品之晶圓層級可靠度分析程序。本實施例所使用之可靠度分析程序至少可以是下列之一(但不限於此):製程驗證(Process Qualification)相關程序、產品驗證(Product Qualification)相關程序、製程評估(Process Evaluation)相關程序、產品評估(Product Evaluation)相關程序、製程監測(Process Monitor)相關程序、定期產品監測(Routine Product Monitor)相關程序、在線製程評估與監測(In-Line Process Evaluation & Monitor)相關程序。

製程驗證(Process Qualification)及監測(Monitor)相關程序至少可以是下列之一(但不限於此):熱載子注入測試(Hot Carrier Injection Test)、介電質崩潰時間測試(Time Dependent Dielectric Breakdown Test)、崩潰電壓測試(Voltage Ramp Test)、偏壓溫度測試(Bias Temperature Test)、電子遷移測試(Electromigration test)、離子移動率測試(Ion Mobile Test)、應力遷移測試(Stress Migration Test)、電漿引發損壞測試(Plasma Induced Damage Test)。

晶圓層級可靠度控制(Wafer-Level-Reliability Control)及監測(Monitor)與在線製程評估與監測(In-Line Process Evaluation & Monitor)相關程序至少可以是下列之一(但不限於此):熱載子注入測試(Hot Carrier Injection Test)、崩潰電壓測試(Voltage Ramp Test)、恒溫電子遷移(Isothermal



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 五、發明說明 (7)

Electromigration Test)。

產品驗證相關程序至少可以是下列之一(但不限於此)  
：高溫壽命測試(High Temperature Operating Life Test)、低溫壽命測試(Low Temperature Operating Life Test)、早期失效率測試(Early Failure Rate Test)、加速老化測試(Highly Accelerated Stress Test)、預條件測試(Pre-conditioning Test)、壓力鍋測試(Pressure Cooker Test)、恆溫恆濕測試(Temperature & Humidity With Bias Test)、熱衝擊測試(Thermal Shock Test)、溫度變化循環測試(Temperature Cycling Test)、高溫儲存測試(High Temperature Storage Test)、低溫應力測試(Low Temperature Stress Test)、加速軟錯誤率測試(Accelerated Soft Error Rate Test)、靜電放電測試(Electrostatic Discharge Test)、栓鎖測試(Latch Up Test)、系統軟錯誤率測試(System Soft Error Rate Test)。

另外，由於本實施例所引用的植入式可靠度分析，是一種可以適合即時(in-time)反應的方式。在可靠度測量方塊24中，本實施例往往是一面進行可靠度分析程序，一面將相對應資訊進行分析與整合。進一步地，由於傳統封裝層級可靠度分析程序往往不能一面進行生產一面測量，只有新進之晶圓層級可靠度分析程序往往可以一面進行生產一面測量，因此本實施例特別適用於晶圓層級可靠度分



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 五、發明說明 (8)

析。

在此，由於植入式可靠度分析是近年新被提出的概念，已算是習知技術的概念而只是幾乎未曾被具體應用，在此，將不針對植入式可靠度分析的細節進行解釋，只是摘要描述本實施例所使用建立在植入式可靠度分析之可靠度分析系統的一些主要特徵如下：

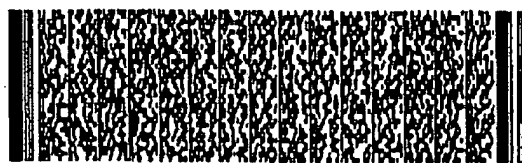
(1) 不被動地測量最終產品，而是直接測量與控制最終產品製造過程之多數參數。例如各機器之工作參數，或是各步驟之流程參數，以預知產品可靠度。

(2) 垂直整合完整流程(flow)中前後進行之多數個次流程(sub-flow)(或說多數個步驟)的多數資料，藉以克服習知技術中不同次流程之個別品管/可靠度相關訊息無法系統化交流的缺點。

(3) 水平整合同一次流程中同時分別進行之多數單元(如多數機器)的多數資料，藉以克服習知技術中不同單元之個別品管/可靠度相關訊息無法系統化交流的缺點。

(4) 藉由持續記錄與分析比較來自於多數個來源之多數筆資料，來評估任一來源的可靠度以及任一來源的變化對整體的影響。

(5) 透過資料分析的方法建立可靠度與其它參數的關係。在此可能應用的資料分析至少有貝式定理(Bayesian Approach)、管制圖(Statistical Control Chart)、因素分析(Factor Analysis)、變異數分析(Analysis of Variances)、多變量分析



574743

案號 91120000

年 月 日

修正

## 五、發明說明 (9)

(Multivariate Analysis)、判別分析(Discriminant Analysis)、主成份分析(Principal component analysis)、實驗設計/反應曲面(Designs of Experiments/Response Surface Method)、迴歸分析(Regression Analysis)、決策樹(Decision Tree)、迪克萊特程序(Dirichlet Process)、混合整數規劃(Mixed Integer Programming)、線形及非線性規劃(Linear/Non-linear Programming)、等候理論(Queuing Theory)、隨機過程(Stochastic Process)、資源規劃(Resources Planning)，而可能的其它參數至少有製程監控參數、良率、特定之晶圓接受度測試(Wafer Acceptance Test)參數、線上機器參數、晶圓針測(Chip Probing)參數、最終檢測(Final Test)參數、可靠度測試參數。

(6)透過資料分析所建立之可靠度與其它參數的關係，包含任一該參數之參數值與最終產品之可靠度的關係。因此，可以在製程進行中發現此參數值異常時，便能預測最終產品之可能缺失與可靠度，進而據以進行修改。

(7)透過資料分析方式，比較不同製程技術下可靠度與某些特定參數間關係的變化，提供從已有製程技術之可靠度推算新製程技術之可靠度的途徑。例如根據已成熟之0.30, 0.25, 0.20微米製程與0.18微米製程的電子遷移測試與介電質崩潰測試等的測試資料，推算不同製程之參數與成品的關係，進而推算正在發展中之0.15及0.13微米製



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 五、發明說明 (10)

程與0.18微米製程的參數與成品關係。

當然，為了與其它技術及其它電腦軟體相整合，本實施例可以讓植入式可靠度分析系統之資料格式與其它常見資料分析軟體相容，例如Excel、JMP、MATLAB與SAS。

除此之外，為了讓任何使用者都可以獲得任何先前建立與這些機器、這些晶圓與這些可靠度分析程序有關的訊息，本實施例還提供了搜尋總成與查詢總成，提供使用者自資料庫主動搜索並獲得所需訊息的管道。當然，搜尋總成所使用搜尋引擎的人工智慧，最好是具有學習的功能，可以根據歷次查詢的關鍵字使用過程與最終查詢結果的關係，修改搜尋使用的規則，並建立不同使用者的個人化搜尋規則。

另外，本實施例還可以使用植入式可靠度分析系統所產生之圖示與報表，例如圖形報表(Graphical report)與工作日報、周報，主動提供產品設計人員與研發人員在產品實際在生產線進行生產前，就可以考量可靠度因素的參考訊息，例如不同參數值與最終產品之可靠度的關係、不同參數值與完整製程之可靠度的關係、目前測量結果與預估可靠度的關係。當然，在此圖示與報表的產出，可以是定期地產出，也可以是應產品設計人員與研發人員等的要求產出，而也可以是在實際測量結果與預計測量結果的差別超過一預定量時，主動地隨時提供測試結果報告與失效分析報告，提供即時之可靠度資訊。

進一步地，由於植入式可靠度分析系統可以記錄任何



574743

案號 91120000

年 月 日

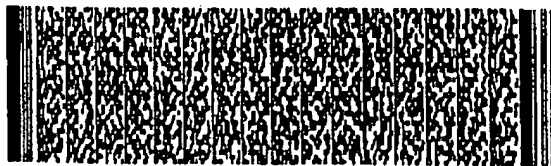
修正

## 五、發明說明 (11)

測試程序的細節與任何機器的狀況，本實施例還可以利用植入式可靠度分析系統進行這些機器的排程(工作進度)。本實施例可以根據已登記之工作進度，主動通知操作者將要進行的測試；可以根據已登記工作進度以及已儲存之各種測試相關資料(如耗時多少等)，判斷何時有機器有足夠空檔可以進行測試；還可以根據所儲存之各種測試相關資料，提供與任何測試有關的訊息，提醒操作者何時該進行那些準備。這些測試與機器的關係，亦提供了日後篩選資料的重要訊息。例如，當一機器故障時，使用者可依該機器編號，篩選出由該機器產出品圓之可靠度測試資料，藉以瞭解該故障可能導致的可靠度問題。

除此之外，本實施例可使用該植入式可靠度分析系統提供防呆功能。藉由參考植入式可靠度分析系統已儲存之資料，如果某機器或某步驟之操作人員在調機器與可靠度分析程序的參數時，所設定的參數值有格式錯誤或與資料庫之可接受標準值有明顯偏差，便主動發出警告。

本發明之另一較佳實施例為一種應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統。如第三A圖所示，至少具有：植入式可靠度分析總成31、失效處理總成32、失效報告總成33、排程總成34、產品驗證/監測/評估(Product Qualification)報告總成35、製程驗證/監測/評估(Process Qualification)報告總成36、晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測(Wafer Level reliability Control)總成37、報告總成38和分析總成39。



574743

案號 91120000

年 月 日

修正

## 五、發明說明 (12)

植入式可靠度分析總成31同時與多數機器、多數產品與多數製程步驟交換多數資料，並使用習知之植入式可靠度分析處理這些資料而產生多數運作相關訊息。

失效處理總成32接收植入式可靠度分析總成31所傳輸過來之與這些機器、這些產品驗證與這些製程驗證相關之多數失效訊息，並分析這些訊息。失效報告總成33根據失效處理總成32所產生的多數失效相關訊息，產生與這些機器、這些產品驗證與這些製程驗證相關之多數失效報告。

排程總成34根據這些運作相關訊息安排這些機器、這些產品與這些製程步驟的工作流程，並提供與排定工作流程相關之多數工作相關訊息，以使機台使用率及人力配置可以儘可能地最佳化。如當資料異常時排程總成能追蹤到相關測試機台的歷史資料，以瞭解機台的準確度

(Accuracy) 與精確度(Precision)，進而從這些資料追蹤到相對出問題之機台；顯示每個測試者做了哪些測試；此外，排程總成會主動通知測試者何時測試；並會顯示每一機台的目前狀態及利用率，如有多個申請者申請同一時段使用同一機台，則會主動告知相關人員以進行協商，以使各種資源能達到最佳利用。

產品驗證/評估/監測報告總成35透過植入式可靠度分析總成31以及這些運作相關訊息，產生與這些產品相關之多數產品品質訊息。製程驗證/評估/監測報告總成36透過植入式可靠度分析總成31以及這些運作相關訊息，產生與這些製程驗證相關之多數製程性能訊息。晶圓層級可靠度



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 五、發明說明 (13)

控制/在線製程評估/監測總成37透過植入式可靠度分析總成31以及這些運作相關訊息，產生與這些產品、這些機器與這些製程步驟相關之多數可靠度訊息。

報告總成38係根據自動輸入的產品驗證/監測/評估報告總成35、製程驗證/監測/評估報告總成36以及晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測總成37相關資料，產生與這些機器、這些產品驗證與這些製程驗證相關之綜合報告；報告總成係自動輸入原始資料，其做法乃自動生成關鍵詞、自動偵察固定儲存區是否有新的測試資料，如有新的測試資料，則將資料自動鍵入資料庫，以減去人工輸入所造成的錯誤、降低測試者之負擔；此外，報告總成利用自動生成的關鍵詞，可查詢並快速找到所需的綜合報告及相關文檔。

分析總成39至少根據產品/監測/評估報告總成35、製程/監測/評估報告總成36、晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測總成37以及失效報告總成33產生與這些機器、這些產品驗證與這些製程驗證相關之綜合性資料分析。並可視需要進一步根據排程總成34及/或失效報告總成33來產生與這些機器、這些產品驗證與這些製程驗證相關之綜合性資料分析。

在此，由於產品/監測/評估報告總成35、製程驗證/監測/評估報告總成36以及晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測總成37的主要功能是產生這些產品品質訊息、這些製程性能訊息、這些可靠度訊息，因此報告總成38可



574743

案號 91120000

年 月 日

修正

## 五、發明說明 (14)

以僅根據這些訊息來產生綜合報告，分析總成39也可以僅根據這些來進行綜合性資料分析。

相同地，由於排程總成24已接收植入式可靠度分析總成21所產生之所有運作相關訊息，如第三B圖所示，本實施例可以讓產品驗證/監測/評估報告總成35透過排程總成34與植入式可靠度分析總成31連接；可以讓製程/監測/評估報告總成36係透過排程總成34與植入式可靠度分析總成31連接；可以讓晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測總成37透過排程總成34與植入式可靠度分析總成31連接，也可以讓分析總成39透過失效報告總成33與失效處理總成32連接。當然，第三B圖所示僅為一種可能架構，本實施例並不限定植入式可靠度分析總成31必須同時透過排程總成34與產品驗證/監測/評估報告總成35透過、製程驗證/監測/評估報告總成36以及晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測總成37進行連接，而是可以個別地透過排序總成34進行接收。

此外，為了提供回饋的功能，如第三C圖所示，植入式可靠度分析總成31可以接收綜合報告，並整合綜合報告至這些運作相關訊息；植入式可靠度分析總成31也可以接收綜合性資料分析，並整合綜合性資料分析至這些運作相關訊息；並且植入式可靠度分析總成31也可以接收失效報告，並整合失效報告分析至這些運作相關訊息。當然，第三C圖所示僅為一種可能架構，本實施例並不限定植入式可靠度分析總成31必須同時接收綜合報告、運作相關訊息



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 五、發明說明 (15)

以及失效報告，而是可以個別地接收。

再者，晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測總成37可以進行晶圓層級可靠度分析，本實施例並不限制這些細節。但為了發揮植入式可靠度分析的性能，本實施例較適合應用在可以即時監測之晶圓層級可靠度分析。舉例來說，晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測總成37可以進行的各種可靠度分析程序可以是選自下列各種測試：熱載子注入測試、電子遷移測試、崩潰電壓測試。

接下來，為了簡明地強調應用本發明對半導體產品生產程序的影響，第四A圖至第四D圖分別顯示習知半導體製造程序以及應用本發明之半導體製造程序的基本流程。

如第四A圖與第四B圖所示，習知半導體製造程序通常可以分為四大步驟方塊(研發設計步驟方塊41、製造步驟方塊42、測試方塊43以及可靠度分析方塊44)與二大相關訊息方塊(製造步驟相關資料方塊45以及產出相關資料方塊46)。

研發設計步驟方塊41係指正式進行生產之前的一切動作，例如待製造產品的產品規格開發、待製造產品之測試以及待進行之製造步驟的調整測試等等。

製造步驟方塊42係指正式進行待製造產品之生產的一切動作，例如晶圓清潔(clean)、氧化(oxidation)、熱處理(thermal treatment)、微影(photolithography)、蝕刻(etching)、摻雜(doping)、擴散(diffusion)、金屬導線形成(metalization)等等。



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 五、發明說明 (16)

測試方塊43係指在產品製造好後對產品之品質等的測試動作，例如晶圓接受度測試(wafer acceptance test)以及晶粒探針測試(chip probing test)。

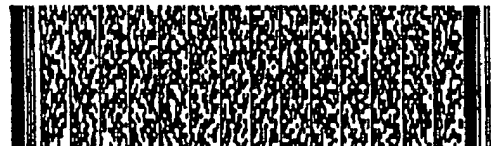
可靠度分析方塊44係指對大批產品以及相關製造步驟之可靠度分析，至少製程可靠度及產品可靠度這二部份的可靠度。

製造步驟相關資料方塊45係指製造步驟方塊42中所有動作的進行、執行這些動作之機器、執行這些動作之操作人員等等，在進行製造步驟方塊42時所產生的一切資料。

產出相關資料方塊46係指測試方塊43中所有動作的進行、執行這些動作之機器、執行這些動作之操作人員等等，在進行測試方塊43所產生的一切資料。

如第四C圖與第四D圖所示，應用本發明之半導體製造程序除了擁有習知之三大步驟方塊(研發設計步驟方塊41、製造步驟方塊42以及測試方塊43)與二大相關訊息方塊(製造步驟相關資料方塊45以及產出相關資料方塊46)外，還額外擁有植入式可靠度分析方塊47以及線上可靠度監測次方塊48以及可靠度控制次方塊49。在此，植入式可靠度分析方塊47取代了習知技術之可靠度分析方塊44，而線上可靠度監測次方塊48至少可以是晶圓層級可靠度分析。

植入式可靠度分析方塊47係用以執行植入式可靠度分析的方塊，與習知技術之可靠度分析方塊44相比較，至少具有下列的特徵：



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 五、發明說明 (17)

(1) 植入式可靠度分析方塊47會接收製造步驟相關資料方塊45以及產出相關資料方塊46，並根據這些資料來進行植入式可靠度分析。

(2) 植入式可靠度分析方塊47會分別與製造步驟方塊42以及測試方塊43二者進行系統化地互動，例如資料交換、即時修正、以及即時狀況報告等等。

(3) 植入式可靠度分析方塊47會系統化地將運作結果傳輸至研發設計步驟方塊41。藉此，使得研發設計步驟方塊41的運作即可引入可靠度的考量。

(4) 植入式可靠度分析方塊47至少可以進行下列的動作：製程可靠度評估、晶圓層級可靠度分析、產品可靠度評估、數據分析、排程、報表產生、失效分析以及失效分析報告。

在此，線上可靠度監測次方塊48係作為植入式可靠度分析方塊47與製造步驟方塊42的界面，而可靠度控制次方塊49係作為植入式可靠度分析方塊47與製造步驟方塊42的界面。

顯然地，習知技術中不同步驟方塊(41/42/43/44)之間的關係為單行道，先進行方塊無法預知隨後進行方塊的內容，隨後進行方塊的內容也不能回饋至先進行方塊。並且不同訊息相關方塊(45/46)不只是相互獨立的，而且也無法回饋至各個訊息相關方塊(41/42/43/44)。

相對地，本發明可以讓不同步驟方塊(41/42/43/44)之間的關係為雙向來回，先進行方塊可以預知隨後進行方



574743

案號 91120000

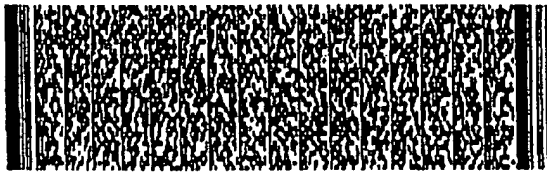
年 月 日 修正

## 五、發明說明 (18)

塊的內容，隨後進行方塊的內容也可以回饋至先進行方塊。並且不同訊息相關方塊(45/46)不只可以透過植入式可靠度分析方塊47相互整合的，也可以透過植入式可靠度分析方塊47回饋至各個訊息相關方塊(41/42/43/44)。

最後，必須強調地是上述實施例之各種可能變化、各種可能功能與各種構成都是相互獨立的，除非上述說明中有特別明文限制，應用各實施例時都可以視實際需要選擇所需要的變化、功能與構成。

以上所述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明之申請專利範圍；凡其它未脫離本發明所揭示之精神下所完成之等效改變或修飾，均應包含在下述之申請專利範圍中。



574743

案號 91120000

年 月 日

修正

## 圖式簡單說明

## 【圖式簡單說明】

第一A圖至第一B圖為習知技術之主要特徵的橫截面示意圖；

第一C圖至第一D圖為本發明之主要特徵的橫截面示意圖；  
第二圖為本發明一較佳實施例的基本流程圖；

第三A圖、第三B圖及第三C圖為本發明另一較佳實施例的基本構成圖；以及

第四A圖、第四B圖、第四C圖及第四D圖分別顯示習知半導體製造程序以及應用本發明之半導體製造程序的基本流程。

## 〔主要部分之代表符號〕

11	機器
12	步驟
13	資訊
14	資料庫
15	植入式可靠度分析
21	第一背景方塊
22	第二背景方塊
23	調整方塊
24	可靠度測量方塊
25	回饋方塊
31	植入式可靠度分析總成
32	失效處理總成
33	失效報告總成



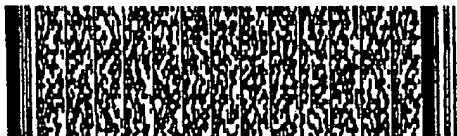
574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 圖式簡單說明

- 34 排程總成
- 35 產品驗證/監測/評估報告總成
- 36 製程驗證/監測/評估報告總成
- 37 晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測總成
- 38 報告總成
- 39 分析總成
- 41 研發設計步驟方塊
- 42 製造步驟方塊
- 43 測試方塊
- 44 可靠度分析方塊
- 45 製造步驟相關資料方塊
- 46 產出相關資料方塊
- 47 植入式可靠度分析方塊
- 48 線上可靠度監測次方塊
- 49 可靠度控制次方塊



574743

案號 91120000

年 月 日

修正

## 六、申請專利範圍

1. 一種應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，包含：

準備多數個機器與多數個晶圓，在此任一該機器是用來對至少一該晶圓進行至少一可靠度分析程序，而任一該晶圓至少依序被一該機器所處理；

準備一植入式可靠度分析系統，該植入式可靠度分析系統至少包含一資料庫、一評估總成、一基線總成、一控制總成與一發展總成、一搜尋總成、一分析總成與一查詢總成；

參考該植入式可靠度分析系統，調整該些機器與該些可靠度分析程序的參數；

使用該些機器對該些晶圓進行該些可靠度分析程序，並同時記錄任一該可靠度分析程序、任一該機器與任一該晶圓之多數個資訊，該些資訊至少包含任一該可靠度分析程序之運作參數、任一該機器之工作參數、任一該晶圓之測量結果、出現的問題以及解決問題的方式；以及

分析並整合該些資訊至該植入式可靠度分析系統，藉以獲得該半導體產品之產品可靠度與該半導體產品製造過程之製程可靠度，並更新該植入式可靠度分析系統。

2. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，該些可靠度分析程序係屬於一晶圓層級可靠度分析。



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 六、申請專利範圍

3. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，任一該可靠度分析程序係選自下列之一：熱載子注入測試、介電質崩潰時間測試、崩潰電壓測試、偏壓溫度測試、電子遷移測試、離子移動率測試、應力遷移測試、電漿引發損壞測試、熱載子注入測試、崩潰電壓測試、恆溫電子遷移、高溫壽命測試、低溫壽命測試、早期失效率測試、加速老化測試、預條件測試、壓力鍋測試、恆溫恆濕測試、熱衝擊測試、溫度變化循環測試、高溫儲存測試、低溫應力測試、加速軟錯誤率測試、靜電放電測試、栓鎖測試、系統軟錯誤率測試。
4. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，係一面進行任一該可靠度分析程序，一面將相對應之至少一資訊進行分析與整合。
5. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，該植入式可靠度分析系統係為應用習知之植入式可靠度分析的系統，其一大特徵是不被動地測量最終產品而是直接測量與控制最終產品製造過程之多數參數。
6. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，該植入式可靠度分析系統係為應用習知之植入式可靠度分析的系統，其一大特徵是垂直整合一完整流程中前後進行之多數個次流程



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 六、申請專利範圍

的多數資料，藉以克服習知技術中不同次流程之個別品管/可靠度相關訊息無法系統化整合的缺點。

7. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，該植入式可靠度分析系統係為應用習知之植入式可靠度分析的系統，其一大特徵是水平整合同一次流程中同時分別進行之多數單元的多數資料，藉以克服習知技術中不同單元之個別品管/可靠度相關訊息無法系統化交流的缺點。
8. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，該植入式可靠度分析系統的一大特徵是藉由持續記錄與分析比較來自於多數個來源之多數筆資料，藉以評估任一該來源的可靠度以及任一該來源的變化對整體的影響。
9. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，該植入式可靠度分析系統係透過資料分析的方法建立可靠度與其它參數的關係，在此可能應用的統計方法至少有貝式定理、管制圖、因素分析、變異數分析、多變量分析、判別分析、主成份分析 (Principal component analysis)、實驗設計/反應曲面、迴歸分析、決策樹、迪克萊特程序、混合整數規劃、線形及非線性規劃、等候理論、隨機過程、資源規劃等，而可能的其它參數至少有製程監控參數、良率、特定之晶圓接受度測試參數、線上機器參數、晶圓針測參數、最終檢測參數、可靠度測



574743

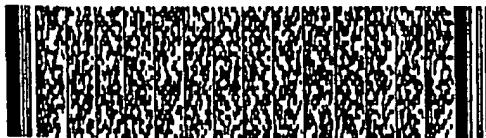
案號 91120000

年 月 日 修正

## 六、申請專利範圍

試參數。

10. 如申請專利範圍第9項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，該植入式可靠度分析系統透過統計所建立之可靠度與其它參數的關係，包含任一該參數之參數值與最終產品之可靠度的關係。
11. 如申請專利範圍第9項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，該植入式可靠度分析系統尚可以透過統計方式，比較不同製程技術下可靠度與某些特定參數間關係的變化，提供從已有製程技術之可靠度推算新製程技術之可靠度的途徑。
12. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，該植入式可靠度分析系統之資料格式係与其它常見資料分析軟體相容，例如 Excel、JMP、MATLAB 與 SAS。
13. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，該資料庫、該搜尋總成與該查詢總成係用來讓任一使用者可以獲得任何先前建立與該些機器、該些晶圓與該些可靠度分析程序有關的訊息。
14. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，尚可使用該植入式可靠度分析系統所產生之圖示與報表，提供產品設計人員與研發人員在產品實際在生產線進行生產前就可以考量可靠度因素的參考訊息。



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 六、申請專利範圍

15. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，尚可使用該植入式可靠度分析系統所產生之圖示與報表，隨時提供測試結果報告與失效分析報告，提供即時之可靠度資訊。
16. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，尚可使用該植入式可靠度分析系統進行該些機器的排程，該植入式可靠度分析系統除了記錄所有該些機器的工作進度；可以主動通知操作者將要進行的測試以及判斷何時有機器有足夠空檔可以進行測試外；尚可以提供與任何測試有關的訊息，如那些測試是由那些機台所量測，如此當機台有問題時也可從這些資料追蹤到相對出問題之機台；提醒操作者何時該進行那些準備；當多個測試者申請使用同一機台在同一時段，則回主動通知相關人員進行協商，以提高機台使用率及人力配置最佳化。
17. 如申請專利範圍第1項之應用植入式可靠度分析系統於半導體產品生產的方法，尚可使用該植入式可靠度分析系統提供防呆功能，在操作人員調整該些機器與該些可靠度分析程序的參數時，如果設定的參數值有格式錯誤或與該資料庫記錄之可接受正常範圍有明顯偏差，便主動發出警告。
18. 一種應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統，包含：  
一植入式可靠度分析總成，該內應用植入式可靠度



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 六、申請專利範圍

分析總成同時與多數機器、多數產品與多數製程步驟交換多數資料，並使用習知之植入式可靠度分析處理該些資料而產生多數運作相關訊息；

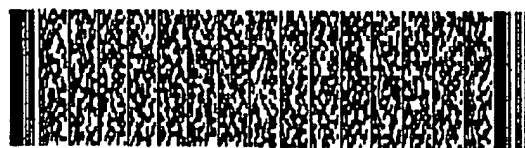
一失效處理總成，該失效處理總成接收該植入式可靠度分析總成所傳輸過來之與該些機器、該些產品與該些製程步驟相關之多數失效訊息，並分析該些訊息；

一失效報告總成，該失效報告總成根據該失效處理總成所產生的多數失效相關訊息，產生與該些機器、該些產品與該些製程步驟相關之多數失效報告，失效報告可透過模糊查詢快速取得；

一排序總成，該排序總成根據該些運作相關訊息安排該些機器、該些產品與該些製程步驟的工作流程，並提供與排定工作流程相關之多數工作相關訊息；如當資料異常時排序總成能追蹤到相關測試機台的歷史資料，以瞭解機台的準確度（Accuracy）與精確度（Precision），進而從這些資料追蹤到相對出問題之機台；顯示每個測試者做了哪些測試；

此外，排序總成會主動通知測試者何時測試；並會顯示每一機台的目前狀態及利用率，如有多個申請者申請同一時段使用同一機台，則會主動告知相關人員以進行協商，以使各種資源能達到最佳利用；

一產品驗證/監測/評估報告總成，該產品驗證/監測/評估報告總成透過該植入式可靠度分析總成及該些運



574743

案號 91120000

年 月 日 修正

## 六、申請專利範圍

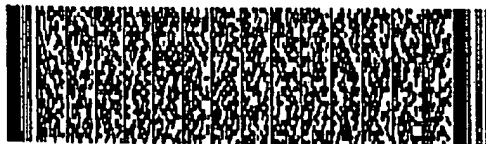
作相關訊息，產生與該些產品驗證/監測/評估相關之多數產品可靠度訊息；

一製程驗證/監測/評估報告總成，該製程驗證/監測/評估報告總成透過該植入式可靠度分析總成及該些運作相關訊息，產生與該些製程步驟相關之多數製程性能訊息；

一晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測總成，該晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測總成透過該植入式可靠度分析總成及該些運作相關訊息，直接在生產線上作監控，產生與該些產品驗證、該些機器與該些製程步驟相關之多數可靠度訊息；

一報告總成38係根據自動輸入的產品驗證/監測/評估報告總成35、製程驗證/監測/評估報告總成36以及晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測總成37相關資料，產生與這些機器、這些產品驗證與這些製程驗證相關之綜合報告；報告總成係自動輸入原始資料，其做法乃自動生成關鍵詞、自動偵察固定儲存區是否有新的測試資料，如有新的測試資料，則將資料自動鍵入資料庫，以減去人工輸入所造成的錯誤、降低測試者之負擔；此外，報告總成利用自動生成的關鍵詞，可查詢並快速找到所需的綜合報告及相關文檔；

一分析總成，該分析總成根據該產品報告驗證/監測/評估/總成、該製程驗證/監測/評估報告總成該晶圓層級可靠度控制/在線製程評估/監測/總成，以及失效



574743

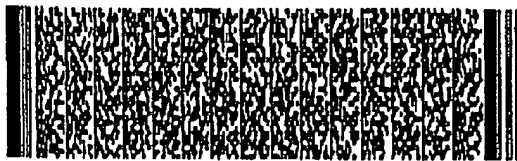
案號 91120000

年 月 日 修正

## 六、申請專利範圍

分析總成產生與該些機器、該些產品與該些製程步驟相關之一綜合性資料分析。

19. 如申請專利範圍第18項之應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統，該報告總成係根據該些產品品質訊息、該些製程性能訊息與該些可靠度訊息來產生該綜合報告。
20. 如申請專利範圍第18項之應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統，該分析總成係根據該些產品品質訊息、該些製程性能訊息與該些可靠度訊息來進行該綜合性資料分析。
21. 如申請專利範圍第18項之應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統，該植入式可靠度分析總成亦會接收該綜合報告，並整合該綜合報告至該些運作相關訊息。
22. 如申請專利範圍第18項之應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統，該植入式可靠度分析總成亦會接收該綜合性資料分析，並整合該綜合性資料分析至該些運作相關訊息。
23. 如申請專利範圍第18項之應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統，該植入式可靠度分析總成亦會接收該失效報告，並整合該失效報告至該些運作相關訊息。
24. 如申請專利範圍第18項之應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統，該產品報告總成係透過該排



574743

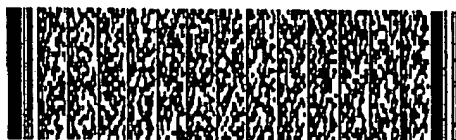
案號 91120000

年 月 日 修正

## 六、申請專利範圍

程總成與該植入式可靠度分析總成連接。

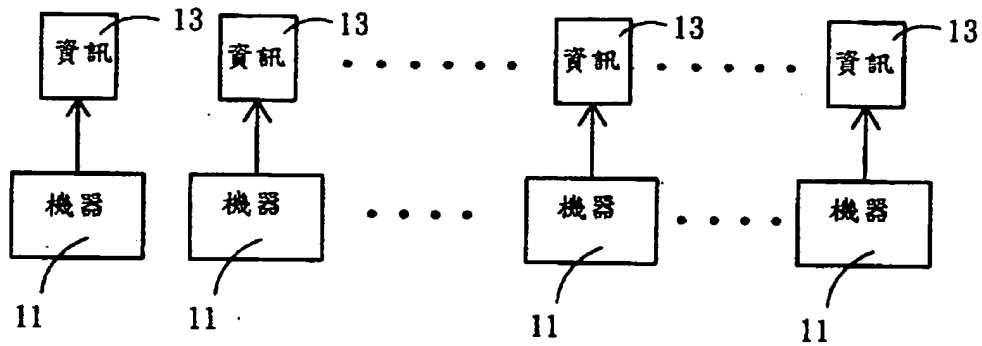
25. 如申請專利範圍第18項之應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統，該製程報告總成係透過該排程總成與該植入式可靠度分析總成連接。
26. 如申請專利範圍第18項之應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統，該可靠度測量總成係透過該排程總成與該植入式可靠度分析總成連接。
27. 如申請專利範圍第18項之應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統，該可靠度測量總成可進行一晶圓層級可靠度分析或一封裝層級可靠度分析。
28. 如申請專利範圍第18項之應用植入式可靠度分析於半導體產品生產的系統，該可靠度測量總成所進行之至少一可靠度分析程序係選自下列之一：熱載子注入測試、介電質崩潰時間測試、崩潰電壓測試、偏壓溫度測試、電子遷移測試、離子移動率測試、應力遷移測試、電漿引發損壞測試、熱載子注入測試、崩潰電壓測試、恆溫電子遷移、高溫壽命測試、低溫壽命測試、早期失效率測試、加速老化測試、預條件測試、壓力鍋測試、恆溫恆濕測試、熱衝擊測試、溫度變化循環測試、高溫儲存測試、低溫應力測試、加速軟錯誤率測試、靜電放電測試、栓鎖測試、系統軟錯誤率測試。



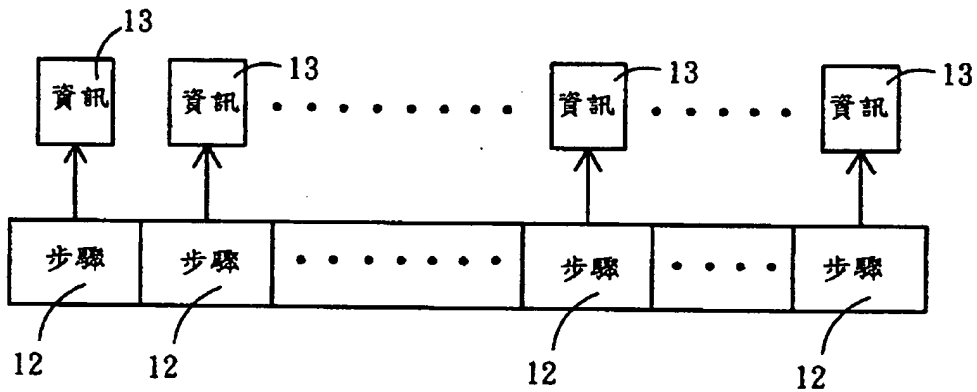
574743

91120000

圖式



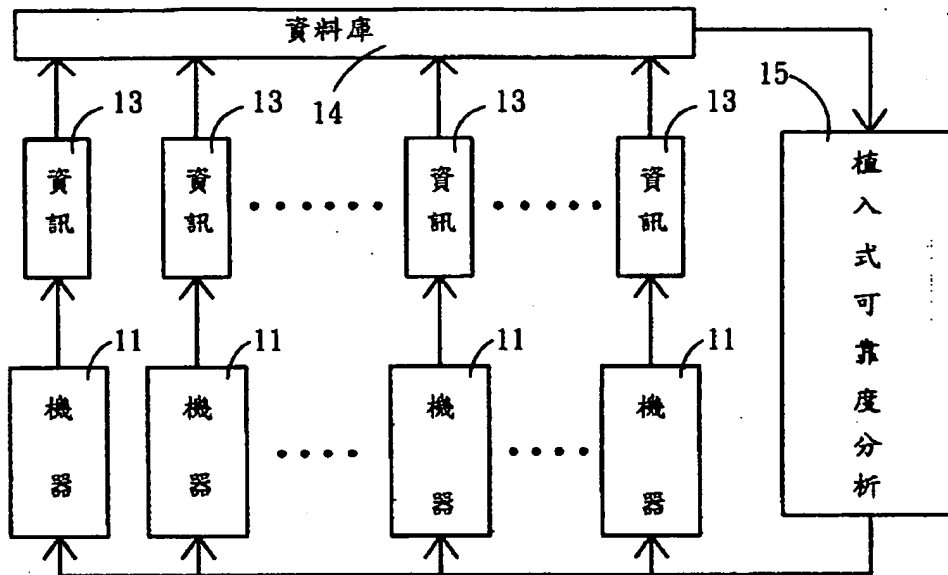
第一A圖



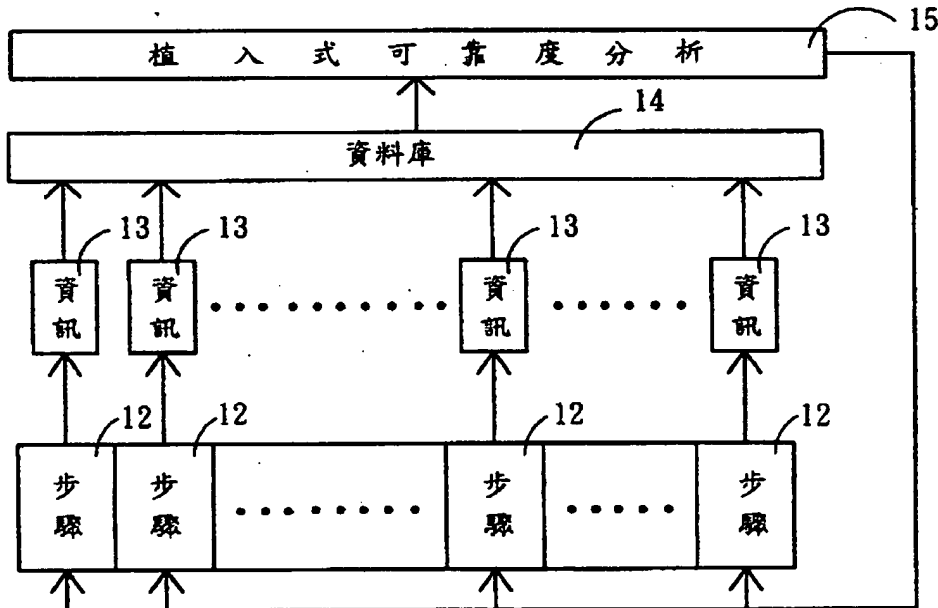
第一B圖

574743

圖式



第一C圖



第一D圖

第 2 頁

57474330

圖式

準備多數個機器與多數個晶圓。在此任一機器是用來對至少一晶圓進行至少一可靠度分析程序,而任一晶圓至少依序被一機器所處理。

21

準備一植入式可靠度分析系統。此植入式可靠度分析系統至少包含資料庫、評估總成、基線總成、控制總成與發展總成、搜尋總成、查詢總成與分析總成。

22

參考植入式可靠度分析系統,調整這些機器與這些可靠度分析程序的參數。

23

使用這些機器對這些晶圓進行這些可靠度分析程序,並同時紀錄任一可靠度分析程序、任一機器與任一晶圓之多數個資訊。在此,這些資訊除了至少包含任一可靠度分析程序之運作參數、任一機器之工作參數以及任一晶圓之測量結果,更包含了可靠度分析程序所發現或發生的問題,以及解決問題的方式。

24

分析並整合這些資訊至植入式可靠度分析系統,藉以獲得半導體產品之產品可靠度與半導體產品製造過程之製程可靠度,並更新植入式可靠度分析系統。

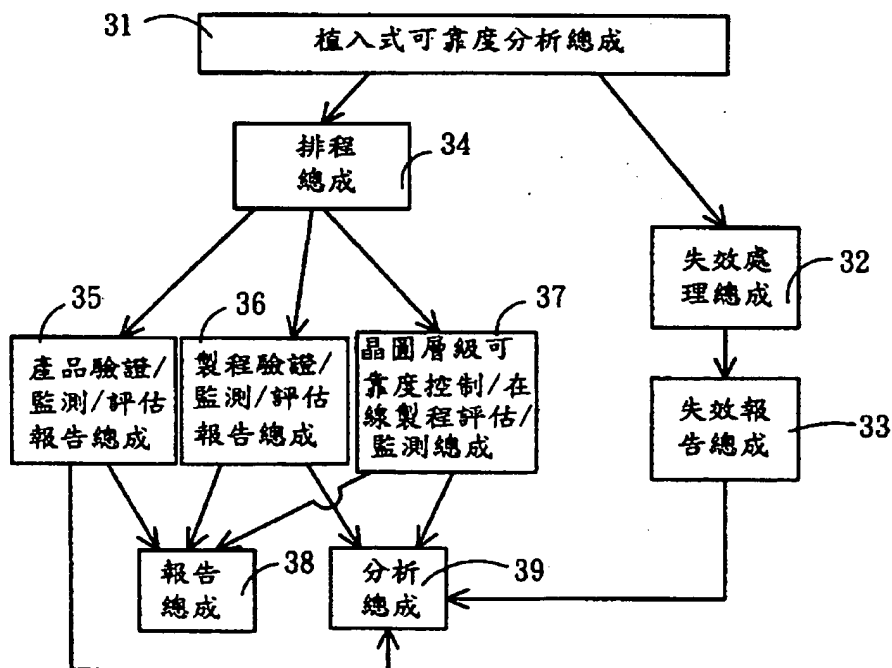
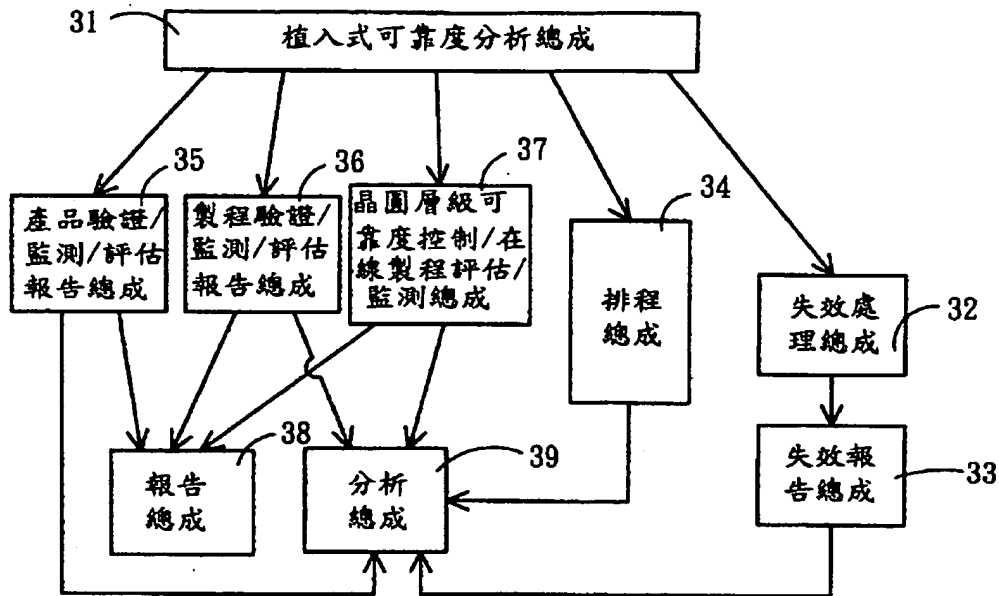
25

第二圖

第 3 頁

574743

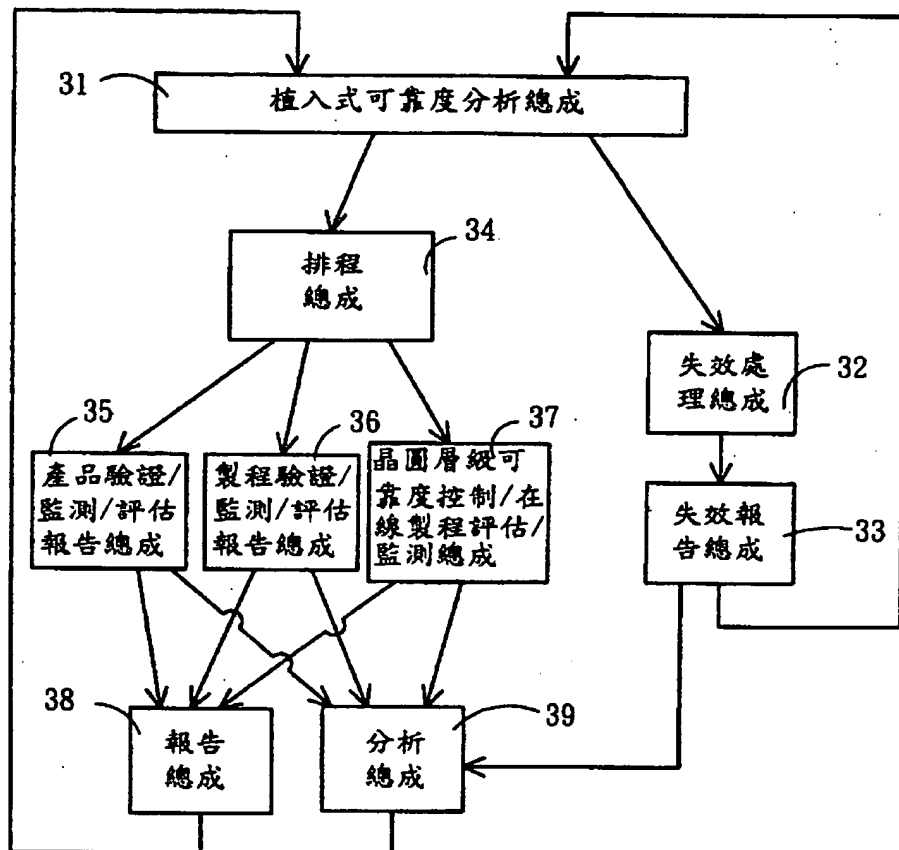
圖式



第4頁

574743

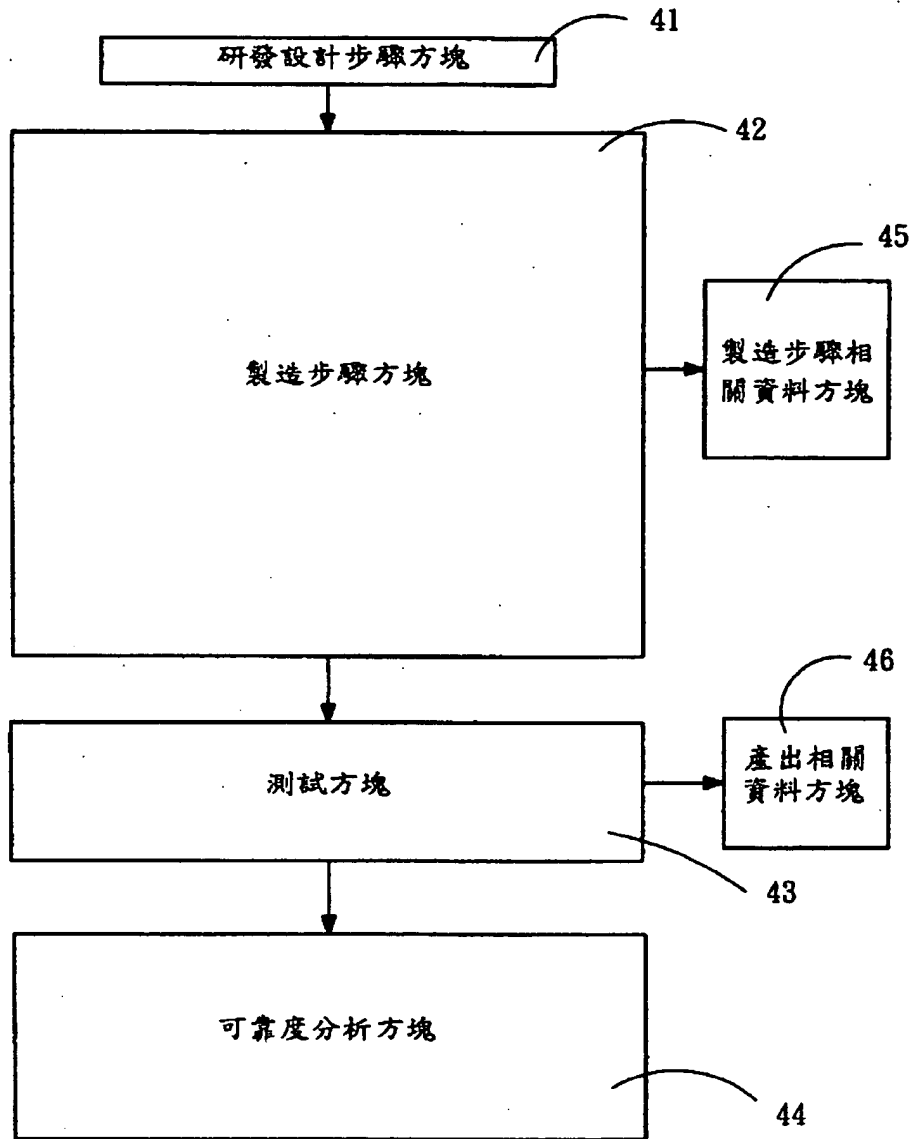
圖式



第三C圖

574743

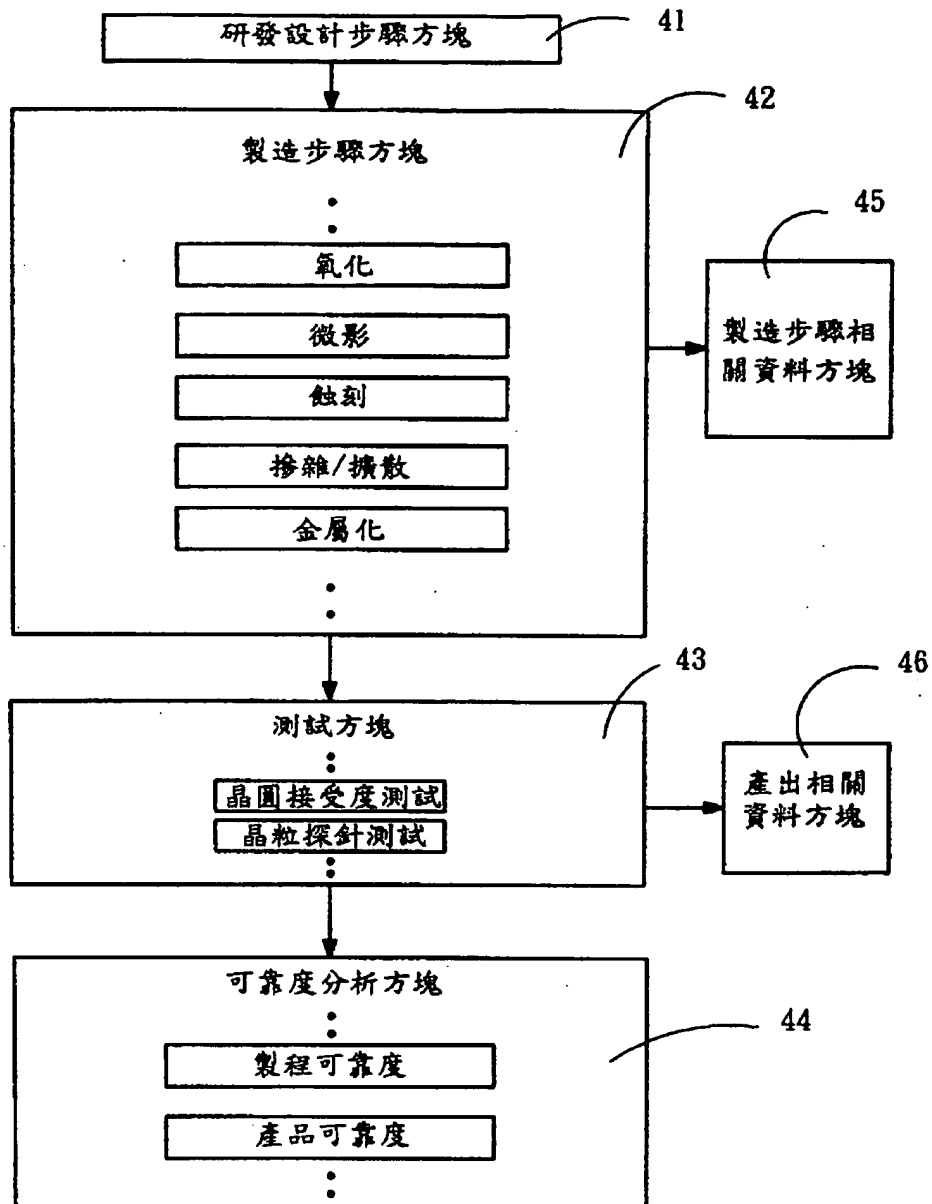
圖式



第四A圖

574743

圖式

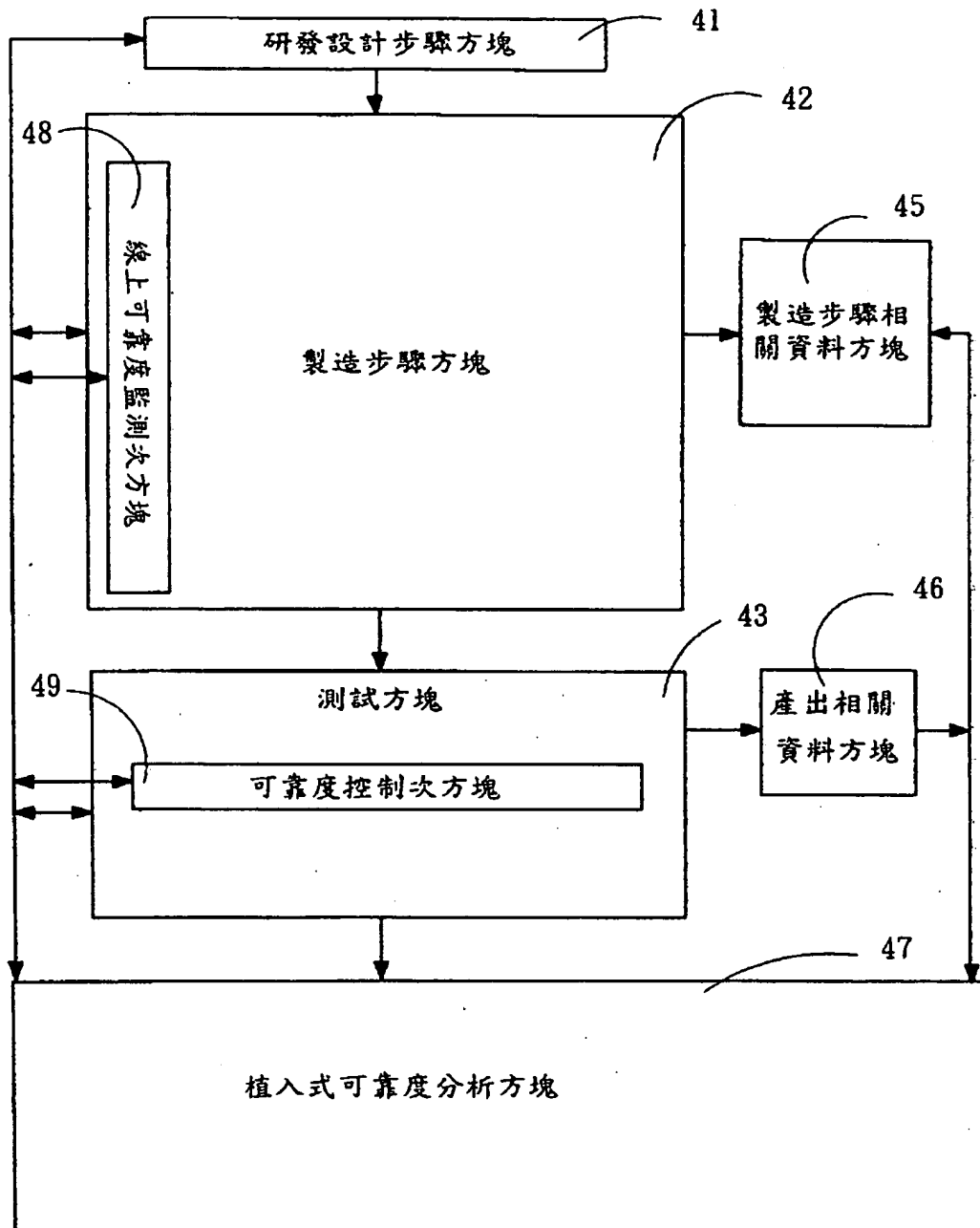


第四B圖

574743

R2 年10月30日 修正  
補充

圖式

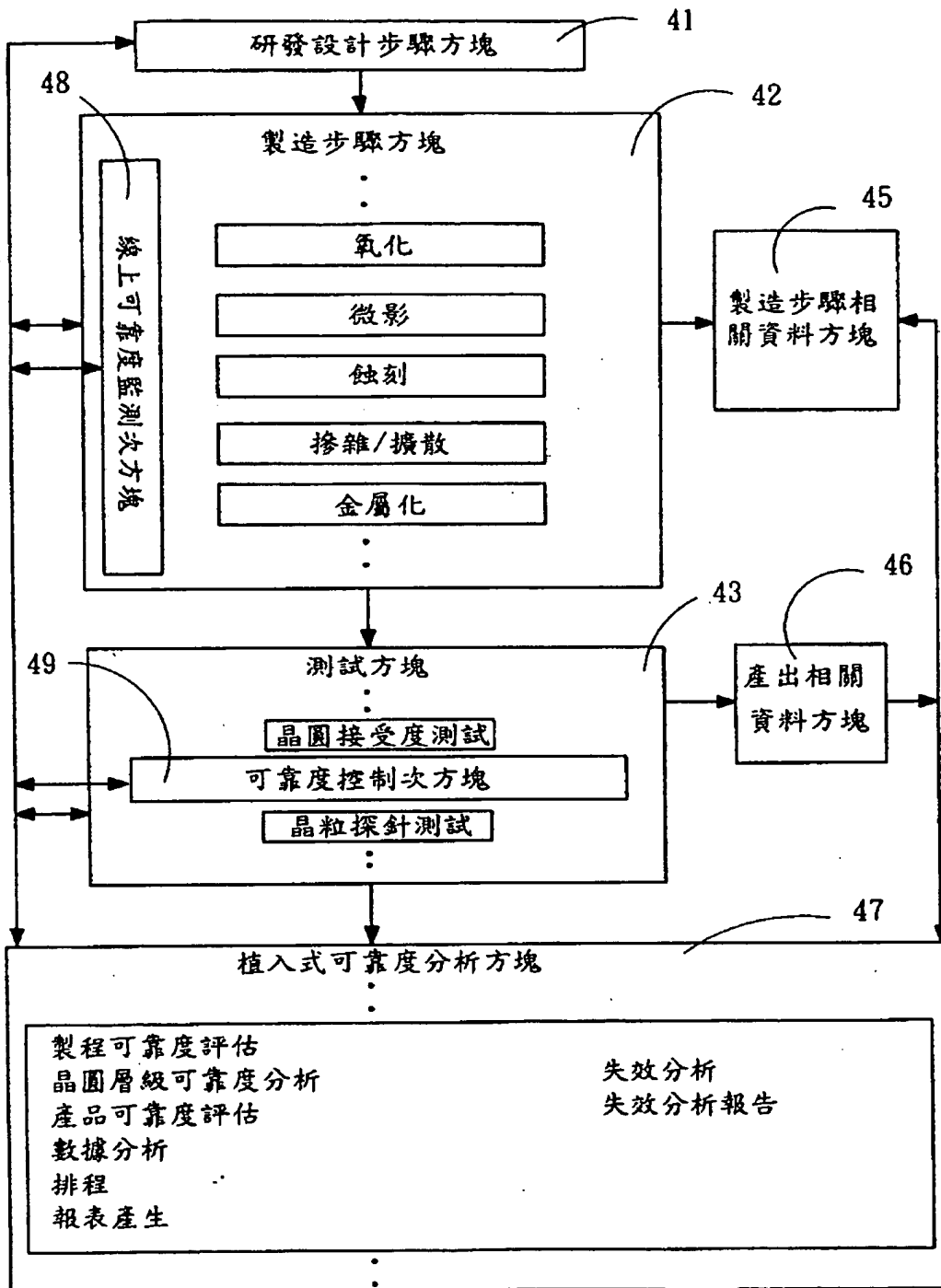


第四C圖

574743

修正  
12月10日  
補充

圖式



第四D圖